Teoría de la Dilatación Cuántica

(TDQ)

Carlos David Bianco Moreno

C.I.: 17.570.016

carlosdavid1985@hotmail.es

VENEZUELA

19/11/2025

Teoría de la Dilatación Cuántica (TDQ)

Resumen

La Teoría de la Dilatación Cuántica (TDQ) es un marco teórico que unifica la cosmología, la relatividad general y la mecánica cuántica postulando una interacción fundamental entre el campo electromagnético y un nuevo campo cuántico escalar, el **Campo de Dilatación (ϕ)**. Este postulado resuelve la naturaleza de la energía oscura, explica la expansión acelerada del universo como una fase temporal, y predice un universo cíclico sin singularidades, donde el Big Bang es un "Gran Rebote" cuántico. La TDQ reduce a la Relatividad General y al Modelo Estándar en los límites apropiados y ofrece predicciones observables verificables.

Postulados Fundamentales

La TDQ se basa en cuatro postulados:

1. **Postulado del Campo de Dilatación:** Existe un campo cuántico escalar fundamental, el Campo de Dilatación (ϕ), que permea todo el espacio-tiempo. La energía de su estado fundamental (**ρ_ϕ**) actúa como energía oscura, ejerciendo una presión negativa (**$p_\phi = -\omega\rho_\phi c^2$** con **$\omega \approx 1$**) que impulsa la expansión métrica.

2. **Postulado de Conversión Energética Cuántica:** La energía no se pierde ni se crea de la nada, sino que se transforma entre campos cuánticos. Existe una interacción fundamental que permite la conversión de la energía del campo electromagnético (fotones) en excitaciones del Campo de Dilatación (dilatones).

3. **Postulado del Espacio-Tiempo Cuántico:** El espacio-tiempo es cuántico a la escala de Planck. Esto impide la formación de singularidades de densidad infinita y permite una transición de fase reversible (un "rebote") en condiciones de energía extremadamente alta.

4. **Postulado del Ciclo Cosmológico:** El universo evoluciona cíclicamente a través de fases de expansión y contracción, impulsadas por la competencia entre la creación de energía de dilatación (Postulado 2) y la atracción gravitacional de la materia. El Big Bang no es un origen absoluto, sino el inicio de una fase de expansión posterior a un Gran Rebote.

Formulación Matemática (El Lagrangiano de la TDQ)

La dinámica completa del universo se deriva de un Lagrangiano total. La acción **S** es:

$S = \int d^4x \sqrt{(-g)} * L_{total}$

Donde **g** es el determinante de la métrica **$g_{\mu\nu}$**, y el Lagrangiano **L_total** es:

$L_{total} = L_{EH} + L_{SM} + L_{\phi} + L_{int}$

1. **L_{EH} - Término de Einstein-Hilbert (Gravedad): $L_{EH} = (c^4/16\pi G) * R$** Describe la dinámica del espacio-tiempo curvo. **R** es el escalar de Ricci.

2. **L_{SM} - Término del Modelo Estándar (Materia y Radiación): $L_{SM} = L_{QCD} + L_{Electrodébil} + L_{Higgs_SM}$** Contiene toda la física de partículas conocida (quarks, leptones, gluones, fotones, etc.).

3. **L_{ϕ} - Término del Campo de Dilatación (Energía Oscura Cuántica): $L_{\phi} = (1/2)\partial_{\mu}\phi \partial^{\mu}\phi - V(\phi)$** Describe la dinámica del campo de dilatación. **$V(\phi)$** es su potencial de energía. Una forma simple y efectiva es **$V(\phi) = (1/2)m_{\phi}^2c^2\phi^2 + \Lambda_{eff}$**, donde **$m_{\phi}$** es la masa del dilatón y **Λ_{eff}** es una pequeña constante de base.

4. **L_{int} - Término de Interacción (El Corazón de la Teoría): $L_{int} = -(g/4)\phi F_{\mu\nu} F^{\mu\nu}$** Este es el término crucial.
    - **g** es la **constante de acoplamiento de dilatación**, un nuevo número fundamental que mide la probabilidad de la conversión **$\gamma \rightarrow \phi$**.
    - **ϕ** es el Campo de Dilatación.
    - **$F_{\mu\nu}$** es el tensor de fuerza electromagnética. **$F_{\mu\nu} F^{\mu\nu}$** es proporcional a la densidad de energía del campo electromagnético.

Este término matemáticamente formaliza el **Postulado 2**: la interacción es más fuerte donde hay campos electromagnéticos intensos (fotones gamma) y un valor de **ϕ** no nulo.

Dinámica Cosmológica y el Ciclo Universal

Aplicando el principio de mínima acción a este Lagrangiano y asumiendo un universo homogéneo e isotrópico (métrica FLRW), obtenemos las ecuaciones de campo modificadas.

Las ecuaciones de continuidad para las densidades de energía (**ρ**) se modifican por el término de interacción **Q**:

dρ_γ/dt + 4Hρ_γ = -Q dρ_m/dt + 3Hρ_m = 0 dρ_ϕ/dt + 3Hρ_ϕ(1+ω) = +Q

El término de transferencia **Q** se deriva directamente del Lagrangiano de interacción:

Q = g * H * ρ_γ

Fase 1: Expansión Acelerada (Universo "Inmaduro")

- Al inicio del ciclo, **ρ_γ** es enorme.
- La tasa de transferencia **Q = gHρ_γ** es máxima.
- La ecuación **dρ_ϕ/dt = Q** (para **ω≈-1**) implica que la energía oscura se crea a una velocidad vertiginosa.
- **ρ_ϕ** crece y domina la ecuación de Friedmann, causando una fuerte aceleración (**ä > 0**).

Fase 2: Desaceleración y Contracción (Universo "Maduro")

- El universo se expande, **ρ_γ** disminuye como **$1/a^4$**.
- Las fuentes de fotones gamma (estrellas masivas) se agotan.
- **Q** disminuye drásticamente. La creación de **ρ_ϕ** se vuelve insignificante.
- La energía oscura existente se diluye (**$ρ_ϕ ∝ 1/a^3$** para **ω≈-1**).
- La atracción gravitacional de la materia (**$ρ_m ∝ 1/a^3$**) eventualmente domina. La expansión se detiene (**ä=0**) y se invierte (**ä<0**), comenzando la contracción.

Fase 3: El Gran Rebote Cuántico

- La contracción comprime la materia y la energía, aumentando **ρ_m** y **ρ_γ**.
- A escalas cercanas a la longitud de Planck, los efectos cuánticos de la gravedad (**Postulado 3**) dominan.
- Una presión de vacío cuántica repulsiva, derivada del principio de incertidumbre, detiene el colapso.
- La enorme energía disponible impulsa la reacción inversa **ϕ → γ** a una tasa altísima, "reiniciando" el campo de dilatación y llenando el universo con una densidad de fotones gamma colosal.
- El universo "rebota" en una nueva fase de expansión, comenzando el ciclo de nuevo.

Predicciones Observables y Verificables

Una teoría debe ser falsable. La TDQ hace varias predicciones clave:

1. **Resolución de la Tensión de Hubble:** La tasa de expansión (la constante de Hubble efectiva) no es constante. Depende de **Q**, que a su vez depende de la historia de la producción de rayos gamma. Las mediciones de $\mathbf{H_0}$ en el universo temprano (a través del CMB) deberían dar un valor diferente a las mediciones en el universo tardío (a través de supernovas), porque la tasa de conversión **Q** ha cambiado con el tiempo.
2. **Detección Directa del Dilatón:** El dilatón (la partícula del campo $\boldsymbol{\phi}$) debería tener una pequeña masa $\mathbf{m_\phi}$. Podría ser producido en colisionadores de altas energías (como el LHC) a través de procesos que involucren fotones de alta energía. Su firma de desintegración sería principalmente en pares de fotones ($\boldsymbol{\phi \rightarrow \gamma\gamma}$).
3. **Variación de la Constante de Estructura Fina:** El acoplamiento **g** implica que la constante de estructura fina ($\boldsymbol{\alpha = e^2/4\pi\epsilon_0\hbar c}$) no es fundamentalmente constante, sino que depende del valor promedio del campo de dilatación $\boldsymbol{\langle\phi\rangle}$. Como $\boldsymbol{\langle\phi\rangle}$ cambia con la expansión cósmica, se deberían observar pequeñas variaciones en $\boldsymbol{\alpha}$ a lo largo del tiempo cosmológico.
4. **Ausencia de Ondas Gravitacionales Primordiales de Inflación:** La TDQ no requiere un período de inflación exponencial. Por lo tanto, predice una amplitud mucho menor para las ondas gravitacionales primordiales del fondo cósmico de microondas (el modo B) que las teorías inflacionarias estándar.

Relación con Teorías Existentes y Conclusión

- **Límite Clásico:** Cuando $\mathbf{g=0}$, el término de interacción desaparece. La TDQ se reduce a la Relatividad General con un campo escalar, que puede describirse como el modelo ΛCDM si $\mathbf{V(\phi)}$ es una constante.
- **Límite de Baja Energía:** En un espacio-tiempo plano ($\mathbf{R=0}$), la TDQ se reduce al Modelo Estándar de la física de partículas más una nueva partícula (el dilatón) con una interacción específica.

Conclusión: La Teoría de la Dilatación Cuántica presenta un universo elegante y autorregulado. La energía oscura no es un misterio inexplicable o una propiedad del vacío, sino el subproducto dinámico de la luz. La expansión acelerada no es un destino eterno, sino una juventud cósmica pasajera. El Big Bang no es un origen sin explicación, sino un evento de transición en un ciclo eterno. Al postular una única interacción fundamental, la TDQ unifica los mayores misterios de la cosmología moderna en un marco matemáticamente consistente y, lo más importante, **verificable**.